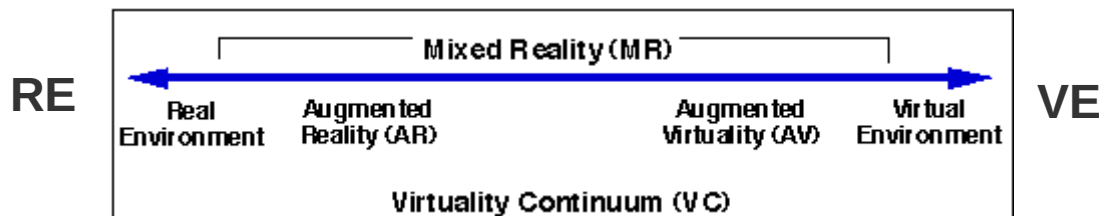


10. Miješana stvarnost

Pomiješana stvarnost – (MR Mixed Reality)

- virtualni kontinuum između potpuno virtualnih (VE Virtual Environments) i potpuno realnih scena (RE Real Environments),
- umetanje virtualnih elemenata u stvarnu scenu,
AR dopunjena (proširena) stvarnost (engl. augmented reality)
- umetanje stvarnih elemenata (slike, video) u virtualnu scenu
AV dopunjena virtualna scena (dominira virtualna scena)
- uključeno je i skrivanje (uklanjanje) objekata stvarne scene (potrebna je obrada slike)
potrebno je ukloniti i sjene objekata (ostale utjecaje na scenu)



Milgram i Kishino ('94)

XR (eXtended Reality, Cross Reality) X - varijabla koja predstavlja VR, AR, MR ...

- fuzija senzora (1D, 2D 3D; stvarnih i prividnih) prividne stvarnosti i realnog svijeta uz veći broj korisnika koji mogu interaktivno surađivati i utjecati na realni i virtualni svijet

Primjene dopunjene stvarnosti:

- industrija - davanje vizualnih uputa (održavanje, montaža) ili trening (učenje određene procedure), označavanje (anotacija, labele uz dio stroja)
- http://www.youtube.com/watch?v=P9KPJIA5yds&feature=player_detailpage
- filmska industrija, duže vrijeme je već prisutno (virtualna zmija uz stvarne glumce)
- vojne primjene (navigacija aviona, ciljanje, nišanje)
- računalne igre (spajanje igre i stvarnog svijeta npr. elemente igre projiciramo u stvarni svijet ili obrnuto)
- medicina (pomoć u operacijama, trening)
- turistički vodič, [reklame](#)
- kolaboracija ljudi i robota u MR
- primjena u edukaciji (knjige, web)



Glavne karakteristike sustava dopunjene stvarnosti

- kombinira virtualni i stvarni svijet
- interakcija u stvarnom vremenu, poželjno više korisnika
- virtualni objekti moraju biti u skladu sa stvarnim svijetom (odnosno moraju biti poravnati s ostatkom stvarnih elemenata u slici)

Kombinacija virtualnog i stvarnog svijeta – glavni problemi

- određivanje pozicije i orijentacije virtualnog elementa u stvarnom (s markerima, bez markera, programski alati za definiranje markera),
- praćenje (tracking - drift), registracija (podudaranje) i kalibracija, problem titranja
- sporost odaziva (latency/lag) mobilne i bežične tehnologije koje se koriste u MR (iPad, naočale, HMD), uzrokuju mučninu
- problem određivanja vidljivosti (dubinsko zaklanjanja, osvjetljenja) tako da se virtualni objekti uklope u stvarnu scenu (dubinske kamere, Kinect)

Interakcija u stvarnom vremenu

- interakcija virtualnih i stvarnih elemenata, kolizija, reakcija na koliziju (Interreality Physics)
- ostavljanje tragova interakcije, avion - dizanje prašine, vjetra, fizikalno točno
- fizikalna interakcija svjetlosti - sjene, zrcaljenje, rekurzivno zrcaljenje, refleksija boje
- percepcija vlastitog tijela (HTC Vive – ručke za ruke)



Ostvarivanje prikaza dopunjene stvarnosti:

- određivanje pozicije i orijentacije mjesta (s markerima, bez markera) uz ostvarivanje konačnog prikaza na zaslonu mobitela ili na nekom drugom ekranu (HMD, CAVE), za orijentaciju kamere koriste se ugrađene mogućnosti uređaja (GPS, žiroskop, akcelerometar, magnetometar) a uzorkovanje pokreta ostvarivo je dodatnim povezivanjem s npr. Kinectom
- promatrana stvarna scena se dopunjuje virtualnim objektima projiciranim nanoprojektorima

<https://www.magicleap.com/#/home>

- trend spajanja filma, računalne animacije, igre i interakcije



Određivanje pozicije i orijentacije

- markeri – određuje poziciju i orijentaciju virtualnog objekta u sustavu kamere
nalaženje markera u sceni – problem računalnog vida,
(ne smiju biti simetrični markeri)

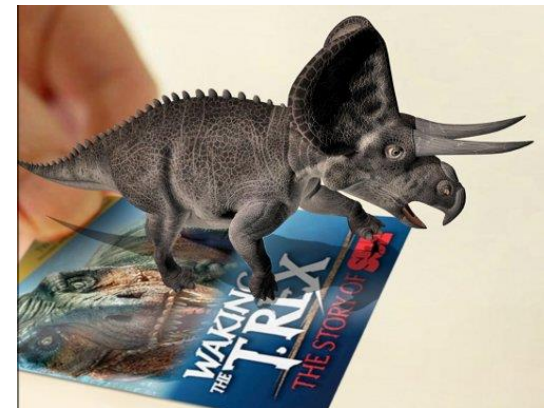


- bez markera – možemo naučiti da se umjesto markera koristi bilo koji vizualno složeni objekt npr. tipkovnica, časopis, mobitel, zgrada ...

- uz više raznih markera možemo postaviti više virtualnih objekata

- programska podrška [Vuforia SDK](#), [Wikitude SDK](#), ARToolKit

[ARCore](#) (Google) http://www.zemris.fer.hr/predmeti/ra/AR_Medo/ glTF



Nalaženje markera mora kvalitetno i robusno raditi kao virtualni objekti ne bi lebdjeli ili titrali iznad stvarnih objekata.

Stapanje virtualne scene i videosnimke

- komponiranje zasićena boje (engl. chroma key compositing)
- snimanje stvarnih objekata ispred zelenog platna i komponiranje s virtualnom scenom (uobičajeno u filmskoj industriji – primjena u TV produkciji i igrama)
- koristi se plavo ili zeleno platno za pozadinu scene za digitalne kamere je pogodnije zeleno zbog
 - čistoće svjetline (luminescence),
 - problem upliva boje u objekte u prednjem planu
 - ljudi češće nose odjeću plave boje,
 - ljudska koža sadrži malo tona plave boje,
 - neželjene linije na rubu objekta



Osvijetljene, sjene i ambijentno zasjenjenje (ambient occlusion AO) u MR

- sjene su izuzetno važne u percepciji prostornih odnosa, obliku objekta, poziciji izvora
- zrcaljenje okoliša na virtualni objekt ([kamere 360](#))
- postavljanje kromirane kugle (kamere) u stvarni svijet - ostvarujemo zrcalnu sliku okoliša na promatranom mjestu ili to virtualno procjenjujemo iz 2D slike
- po potrebi iz slike uklonimo snimatelje i ostale nepoželjne objekte
- faktorizacija osvjetljenja – razmatranje izravne komponente osvjetljenja i indirektno ambijentno osvjetljenje (sferni harmonici). Time ostvarujemo oštre i meke sjene.
- korektna estimacija pozicija izvora stvarnog svijeta (relighting) – osvjetljenje virtualnog objekta, stapanje stvarnih i virtualnih sjena

<https://sketchfab.com/3d-models/free-1995-fiat-punto-gt-48db6facb4b64e99b60f36b8c01185e1>



Osvijetljene, sjene i ambijentno zasjenjenje u MR

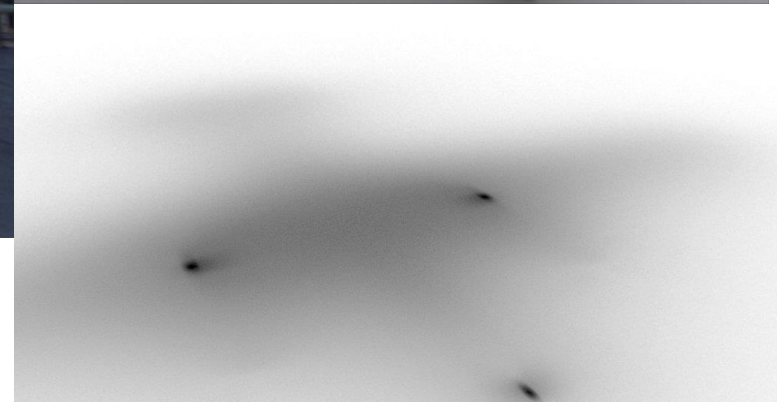
- utjecaj okoliša na virtualni objekt https://iceleaf97.github.io/blog/three.js_10/hdri.html

Npr. HDR virtualnog okoliša: <http://gl.ict.usc.edu/Data/HighResProbes> <http://blog.thematicmapping.org/2014/01/photo-spheres-with-threejs.html>

- utjecaj virtualnog objekta na okoliš stvarne scene
- tehnike izrade sjene - mape sjene, volumeni sjene, ambijentno zasjenjenje
- tehnike temeljene na geometriji
- tehnike temeljene na slici

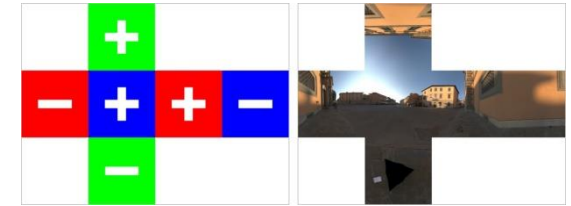


Lucas Digital Ltd. LLC



Panoramske slike okoliša u MR

- primjeri HDR zrcaljenja okoliša
 - na kocki/kugli (CubeMaps) – podržava OpenGL
 - u visokoj rezoluciji i visokom dinamičkom rasponu - HDR
 - preslikavanje okoliša na stranice kocke (CubeMaps/SkyBox)
 - kako bi se ostvarila kupola scene – prikaz udaljenih objekata slikom
<http://math.hws.edu/graphicsbook/source/threejs/reflection.html> <http://marcinignac.com/blog/pragmatic-pbr-hdr/301-reflections/>
 - za ostvarivanje zrcaljenja na nekom objektu
<http://math.hws.edu/graphicsbook/source/threejs/skybox.html>
 - za osvjetljenje objekta temeljeno na slici IBL (Image-based lighting)
<http://marcinignac.com/blog/pragmatic-pbr-hdr/301-load-cubemap/>
- ostvarivanje PBR – fizikalno temeljenog modela prikaza - usporedba s modelom Phong
<http://alunevans.info/apps/webgl/pbr/>



Obogaćivanje virtualnog okoliša zrcalnom komponentom

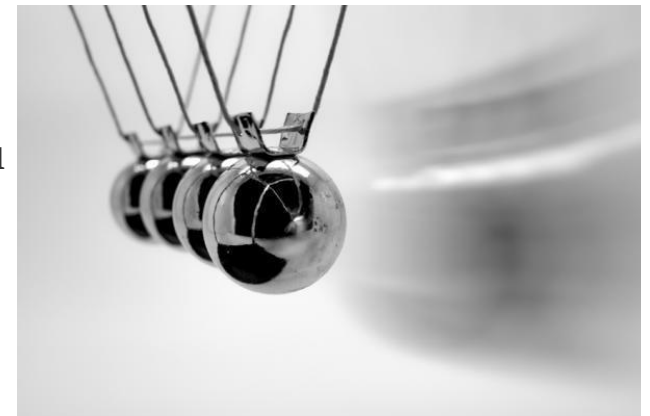
- postavljanje zrcalnih kugli na kojima se oslikava okoliš, s kugli se zrcaljenje reflektira nazad na okoliš (zrcalne plohe) PRT (Precomputed Radiance Transfer)
- odražavanje okoliša na objekt

<https://playcanv.as/p/3zUijwTX/>



Usklađeno fizikalno ponašanje (interakcija)

- Interreality Physics ('07) ,
- njihalo koje je ostvareno u virtualnom i stvarnom svijetu treba biti usklađeno u stvarnom vremenu



Psihološki učinak na ljudsku percepciju u postizanju realističnosti ljudskog izgleda

- emocionalni odaziv – empatija raste do neke granice nakon koje se javlja jaka odbojnost, averzija, zastrašujući učinak (humanoidni roboti)
- jezovita udolina (engl. uncanny valley)
- nakon udoline pozitivni aspekt empatije ponovo raste

http://alteredqualia.com/xg/examples/deferred_skin.html

http://fractalfantasy.net/#/4/uncanny_valley

<https://www.youtube.com/watch?v=HjHiC0mt4Ts>

